

# 南極観測 —南極における雪氷の研究—

1986年8月9日「夕涼み科学の広場」講演から

川 田 邦 夫

「夕涼み科学の広場」ということで南極に関する科学について広くお話できればよいのですが、その分野は生物、気象、地学、超高層(オーロラ)、雪氷、海洋関係などのようにたくさんあって短い時間内でお話することはできません。そこで私が関係している雪や氷に関する科学の話を軸に、最近の日本の南極観測の様子を話そうと思います。

## 日本の南極観測

日本が最初の南極地域観測隊を出したのは太平洋戦争が終わって11年後の1956年11月でした。その第一次隊を送り出してから今年で30年になりますが、途中少し中断があったので今年の11月に出発する隊は第28次隊ということになります。私は、1983年11月に出発した第25次隊に参加し、約1年4ヶ月を経て昨年3月に帰ってまいりました。

南極観測というと、これを支援する船の名を知っている人は多いと思います。最初の頃は海上保安庁の船「宗谷」で第7次から海上自衛隊の「ふじ」という船が長く輸送の役目を果していました。そして私が参加した25次隊から新しい「しらせ」という砕氷艦になりました。この船は長さが134mで満載排水量が約19000トン、そして3000馬力という強力な推進力をもっています。排水量や馬力においても「ふじ」の2倍以上になり、世界でも有数の砕氷観測船になりました。これまで何度も

厚い海氷に閉じこめられ、外国の船に救助されていた日本でしたが、去年はオーストラリアの船を救出して大変喜ばれました。25次隊出発の1983年には「南極物語」という映画ができて南極に置き去りにされ生き残ったカラフト犬の話が中心になっていましたが、昔の南極観測の様子がよくうかがえました。

## 南 極 と は ？

南極というとどんなことが頭に浮かぶでしょうか。“雪と氷の白い大陸”“鯨”“ペンギン”“オーロラ”などを挙げる人が多いのですが、中には“白熊”などといって北極地方と混同している人もいます。北極点付近には陸が無いのに対して南極には日本の面積の37倍もの大きさをもつ南極大陸があります。この大陸の95%が雪と氷におおわれていて、その厚さは大陸全体に平均して約2000mもあります。ちょうど富山平野から弥陀ヶ原の上部あたりの高さまで氷が埋めつくしていることになります。大陸の周囲には大きな棚氷や海氷がたくさんあって、地球上にある全ての雪や氷の90%が南極にあることになります。南極やグリーンランドのように基盤が厚い氷でおおわれ、その中心部から全方向に流れ動く広大な氷河のことを氷床といいます。よく南極の氷が今全部融けたら地球上の現在の海面が70mも上って大部分の大都市は



図1 テーブル状氷山 南極が近づく「しらせ」船上からも氷山が見えるようになる。



図2 しらせ氷河  
内陸の氷は、氷河となって海へ流れていく。

水没してしまうと言われますが、これは単純な計算から出されているもので、それ程多くの氷が南極にあるという例えです。もちろん数百年や数千年の世代では起り得ないことですが、大量の水が増えつつあるか減っているかという変化はあります。氷床のこのような拡大、縮小は地球上の気候に大変な影響をおよぼします。

### 南極における雪氷の科学

たとえばこの南極氷床が拡大したとすると白い雪の面が広がることになり、これは太陽からのエネルギーをほとんど反射してしまうので、これらの地域はますます冷えてきます。同時に海面が氷でおおわれるところが多くなるので海からの水蒸気の供給が減るようになります。雪をつくるための水蒸気が少なくなると内陸部で降雪が減る。そうすると内陸部から周辺へ流れ出す水の量が減ることになって氷床の縮小が起る。このようなややこしい関係が考えられるので、この問題の解明のためにも南極における雪や氷の研究が行われるのです。

また富山の雪と南極の雪はどう違うのかと問われます。先ず降るところの環境、つまり気温が全然違います。富山地方ですとほぼ0℃近くの気温で降っていますが、南極でも内陸の方になりますと、-30℃から-50℃というような非常に低い気温の状態です。こんなことから雪の結晶形も異なりますが、よく注意しないと見えない位の小さな雪が降ります。日本の雪と最も違うことは降り積ったり風によって堆積した雪が融けないということです。積った雪が融けないで次々と積み重なっていくからどこまでも高くなっていくはずですが、南極大陸の氷はほぼ一定の高さになって



図3 みずほ基地内の氷床掘削（室温-10℃）

います。これは内陸の方で積った雪はやがて自重と焼結という現象によって氷化しますが、ゆっくりと沿岸の方へ流れ動いているからです。この動きを知ることも大きな課題です。積った雪が融けることなく積み重なっていきますから古い雪ほど氷となって下層にあることになります。そしてその古い氷の中には、その氷ができた時つまり雪が積った時の大気の状態がかくされているのです。大気の汚れとかその当時の気温までもわかるようになってきました。だから氷床を掘削して上層から下層までの氷を取り出して調べれば、過去の地球上の環境の変動をみることができるようになりました。水の分子を構成している酸素の同位体の比率は、それが生成される時の温度によって異なるということを利用するわけです。

### 南極氷床の掘削

南極にある古い氷をとり出して調べるためには氷床の掘削（ボーリング）をしなければなりません。沿岸部の裸氷や氷山の氷も内陸部の深層を流れて出てきたもので、古い時代の氷と考えられますが、どこでいつできた氷かを順を追って調べることが難しいのです。そこでやはり現在からの堆積状態が順に残っている氷床内陸部での掘削が必要になってくるわけです。

極地や氷河の雪氷研究を行っている国々はあちこちで掘削をやっています。中でもアメリカ、ソ連、フランスなどが活発で、アメリカなどはバード基地ですでに地面まで達する2000m以上を掘り抜いて貴重な結果を出していますし、ソ連は3000mをはるかに越えているようです。フランスが900mぐらいで日本の25次隊が掘った700mというのはこれらの国々に次ぐものです。日本がこれまで

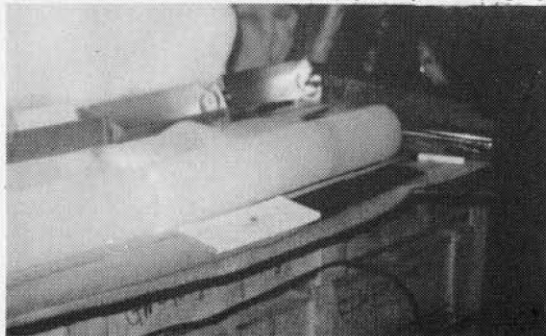


図4 深さ500mから採取した氷。汚れ層がある。

掘っていた深さは15次隊頃までに150m程度でした。これらはみずほ基地で掘られたものですが、700mというのは推定で1万年以上前の雪面に相当します。つまり最終氷期の末にまで逆上った地球の環境の研究に役立つことになります。

寒い地域での氷の掘削はどのようにするのでしょうか。掘削で問題になるのは切り屑の出し方です。ふつうの岩盤掘削では水が使われますが-35℃以下もの温度ではつごうが悪く、氷の掘削では主に二つの異った方式が使われます。一つは底面にノミの刃のようなものを取りつけた円筒をモーターで回転させ、削り屑を試料容器外側のらせん状ベルトに沿って押し上げ、試料の上に入れて一緒に引き上げる電動型の掘削機（メカニカルドリル）を用いるものです。そしてもう一つは、電熱式ドリルを用いるもので、円環状のヒーターで氷を融かし、融け水を細いパイプを通して試料容器とは別の容器にポンプで吸い上げ、やはり試料と一緒に引き上げます。前者の方が掘削の速度は速いのですが短い試料しかとれず、回数多く行わねばなりません。そこで浅い掘削にはメカニカルドリル、深い掘削には長い試料のとれる電熱式ドリルの方が効率が良いことになります。みずほ基地での掘削には後者が用いられました。しかし、300mを越えるような掘削では長い日数を要し、掘られた孔は深いところ程大きく縮んできて、ドリルが通らなくなります。このため深い場所の掘削に対しては種々の対策が考えられなければなりません。25次隊の700m掘削の場合も簡単にできたものではありません。

## 日本の基地



図5 昭和基地 昭和基地には各種観測棟や発電棟など多くの建物がある。

氷床の掘削が行われたのは標高2240mのみずほ基地という所でした。見わたす限りの白い平原で雪面上には建物一つも無く、竹竿やドラムかん、短い煙突が見えているだけです。以前は雪面上に組立式の観測棟や居住棟が作られていたのですがすぐにドリフト（吹きだまり）で埋ってしまい、今は雪面から数m下にあって、雪洞の中で生活しています。ここでの年平均気温は約-35℃で最低気温が-60℃位です。風も平均で10%以上の強さです。ここは常時数人が生活できますが、我々が掘削作業で越冬し、8ヶ月間を過ぎた時は6人でした。調理人は居ないので自分達が交替でせねばなりません。また発電機が故障しないよう常時点検をせねばならず、仕事以外の生活のための作業もたくさんあります。

観測隊の多くの仲間が居るのはオングル島にある昭和基地です。みずほ基地とは約270km離れています。二つの基地間の往来は飛行機か雪上車旅行（約5日間）によって行われますが、昭和基地が小さな島にあるため、飛行機の発着は海氷上となり、雪上車も海氷がしっかりしている時期でなければオングル海峡を渡れないことになって時期が限られます。

昭和基地は第1次隊以来規模も大きくなり、部門別の観測棟もたくさんできて設備は立派に整えられています。隊員も多いので調理人もいるし、3つの大きな居住棟に分けられた隊員には狭いながらも個室が与えられています。

日本は他に昭和基地の約600km西方のセロンダネ山脈近くに最近あすか観測拠点を設けました。これは将来基地に昇格されるもので現在8名程度が越冬できる設備が整えられています。この基地



図6 みずほ基地 基地の生活域は雪の下に埋っている。外にはアンテナや燃料用ドラムなどが見られるだけ。



は26次隊によって踏査された南極では2番目に高いと思われるドームキャンプとを結んで東クイーンモードランド地域における地学・雪氷研究において重要地となるでしょう。

### 内陸雪氷調査旅行

南極における雪氷の研究では氷床の掘削の他に氷床の流動や地域による現在の堆積状況を知るために広域の調査旅行が行われます。この旅行では雪面上に1km毎に立てられた竹竿の長さを読んだり、いくつかの重要観測点では測量用ボールの位置の緯度、経度、高度等を人工衛星位置決定装置を用いて測ってきます。後の隊が再びこれらの地点の絶対位置を測って堆積量や、流動の方向と速さ等が求められます。また10mから100m程度の浅い層のボーリングや表層の断面観測をしたり、アイスレーダーを使って氷の厚さを測ったりします。新しいルートが開かれ、未調査域にメスが入られます。

旅行隊はふつう雪上車3~4台で各車がそれぞれ3~4台を引いて、1日数10km程度の行程を毎日行動してゆきます。地ふぶきがひどくて視界の悪い時には1日10km以下しか進めないことがあります。冬は気温が低すぎて雪上車の大事な部品を壊すことがあるし、明るい時間が少いので内陸旅行はしません。また正月頃になると次の隊の人達がやってきて交替の仕事が忙しくなるので、内陸旅行が行われるのは冬明けから夏にかけてということになり、長期の場合3~4か月も要します。したがって旅行の出発時には気温も-40℃を下ることも度々ありますが、しだいに暖かくなり、太陽も沈まなくなると12月末頃には2000mを越える所でも昼頃-15℃位まで気温も上ってきてとても暖かく感じます。

南極の夏は白夜ですからいつでも行動できるのですが無理はできないので我々の本旅行の場合、比較的風の強い時間帯を避けて9~10時頃出発し、21~22時頃野営するようにしていました。内陸はほぼいつも強い風があって地ふぶき状態にあるので、橇などは風向に直交するように停めます。吹きだまりができて橇を引き出し易くしておくためです。

海氷上や沿岸に近い所では雪面は比較的平らで

起伏は少いのですが、内陸に入りますと強い風によって雪面が削られてできるサスツルギーや低気圧の入り込みなどによって作られる吹きだまりなどによって雪面の凹凸が激しい場所があります。車輻や橇の揺れができるだけ少いようにこれらの間をぬって進んで行きます。また、やまと山脈などの裸氷地帯には地形によって大きなクレバスのたくさんある所があります。しかもこれらの割れ目は雪で表面がかくされています。できるだけこのような危険地帯を避けてルートを選びます。長期間、遠路の旅行では、何か事故があっても基地からの救援は難しいので、安全には十分注意を払うのはもちろん、出発までに綿密な計画が立てられ、準備だけでも1ヶ月以上を要します。



図7 内陸雪氷調査旅行出発前にS16地点に勢揃いした雪上車。

### 南極条約

日本の南極観測は国際地球観測年と呼ばれた国際的共同観測事業をきっかけに始まりました。その後1959年に南極条約なるものができ、1961年より発効して30年間で効力が無くなります。もちろん日本も最初からの加盟国で、この条約にしたがった活動を続けています。この条約は前文で南極地域の平和的利用および自由な科学調査と国際協力が全人類の利益となることを強調しています。つまり、どの国でも科学調査を目的として自由に入ることができ、互いに自由な査察が許されています。ところが政治的にデリケートな問題もあります。イギリス等7か国が南極で領土権を主張しているのです。これに対し、日本、合衆国、ソ連などは領土権の主張はせず、他国の主張も認めない立場をとっています。この点では、領土問題は棚上げして条約の意図が実施されるようになっていくわけです。

間もなく条約の有効期限が近づくに伴い、今南極に世界中の目が向けられてきます。今後、人類は南極をどう利用するかについて考えていくのにも、長い南極観測の成果が役立っていくでしょう。

(かわだ くにお: 富山大学)